

**УДК 629.423.31:621.316.92**

**О.О.КАРЗОВА**, ст.викл., Дніпропетровський національний  
університет залізничного транспорту, Дніпропетровськ

## **ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СИЛОВИХ КІЛ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ НА НОВІЙ ЕЛЕМЕНТНІЙ БАЗІ**

В статье представлен стенд для исследования работоспособности защитного устройства на новой элементной базе для цепей тяговых двигателей электроподвижного состава постоянного тока.

Ключевые слова: стенд, перегрузка, надежность, быстроедействие, защитное устройство.

В статті представлений стенд для дослідження працездатності захисного пристрою на новій елементній базі для кіл тягових двигунів електрорухомого складу постійного струму.

Ключові слова: стенд, перевантаження, надійність, швидкодія, захисний пристрій.

In article the presented stand for research working capacity of the accident protection device on new element base for circuits of traction engines electrorolling stock of a direct current.

Keywords: the stand, an overload, reliability, speed, the accident protection device.

### **Вступ**

Режим перевантаження на електрорухомому складі (ЕРС) є одним з небезпечних аварійних режимів. При цьому режимі струм у колі тягових електродвигунів (ТЕД) зростає у декілька разів більше номінального значення, що в багатьох випадках приводить до пошкодження або виходу з ладу електрообладнання.

Захист від перевантажень на електровозах постійного струму виконується за допомогою максимального струмового захисту, що виконаний на основі електромагнітних реле перевантаження. Кінцевим результатом захисту від цього аварійного режиму є спрацьовування швидкодіючого вимикача. Струм, при якому спрацьовують електромагнітні реле, називають струмом уставки і вибирають його величину у відповідності зі струмом, що заданий для даного захищаємого електродвигуна за умовами комутації.

Захисні реле перевантаження вмикають у кожен паралельну гілку ТЕД з тим, щоб при виході з ладу будь-якого електродвигуна була можливість вимкнути не все коло, а окрему пошкоджену гілку.

Цей захист виконує свої функції, але час його спрацьовування відносно великий, а надійність відносно низька.

У теперішній час є об'єктивна можливість зменшити час спрацьовування та підвищити надійність захисних пристроїв шляхом використання сучасних мікроконтролерів.

### **Мета роботи**

Стендові дослідження працездатності розробленого на базі сучасних мікроконтролерів захисного пристрою для кіл тягових двигунів ЕРС постійного струму.

## Матеріал і результати дослідження

Схема стенду для випробування розробленого захисного пристрою наведена на рис. 1.

В якості двигуна постійного струму використано електричний двигун типу П42 [1].

Схема на рис.1 містить:

М – двигун постійного струму послідовного збудження;

G – генератор постійного струму незалежного збудження;

О31, О32 – обмотки збудження двигуна та генератора відповідно;

$R_{\Pi}$  – пусковой реостат;

 $R_{\text{H1}}, R_{\text{H2}}$  – навантажувальні реостати;

S – ключ;

ПЗ – пристрій захисту від перевантаження.

Пристрій захисту містить: ДС – датчик струму; MCU – мікроконтролер; R1–R2 – подільник напруги; VD – світлодіод; БЖ – блок живлення; РО – осцилограф.

Необхідність забезпечення високої надійності та швидкодії захисного пристрою обумовили використання відповідної елементної бази.

Датчик ДС на схемі використовується в якості елемента зчитування поточної інформації. Для цього обираємо ДС на ефекті Хола типу LA 100-Р. Такий вибір пояснюється перевагами останнього: відмінною точністю спрацьовування з похибкою не більше  $\pm 0,7 \%$ ; лінійністю характеристик; оптимальним часом затримки на спрацьовування не більше 1 мкс і т. ін. [2].

Основним елементом обробки поточної інформації, що надходить з датчика струму, виступає мікроконтролер типу PIC12F675, що реагує не тільки на величину аварійного струму, а й на швидкість його зростання. Мікроконтролер в своєму складі має аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) для перетворення аналогової інформації в цифровий код [3]. Функції мікроконтролера полягають в отриманні даних з датчика струму та їх обробки без додаткового виведення на елементи індикації (рідкокристалічний дисплей тощо). Саме тому вибір зупинено на мікроконтролері фірми Microchip, що містить необхідний для забезпечення роботи всієї системи набір логічних елементів.

Подільник напруги  $R1-R2$  дозволяє знижувати напругу на вході каналу АЦП мікроконтролера до допустимого рівня – 5 В [3].

Для зменшення часу на обробку інформації до мікроконтролера передбачається підключення зовнішнього генератора тактових імпульсів (на схемі генератор не вказано).

Стенд дає можливість отримати залежності струму перевантаження від часу при різних рівнях навантаження електродвигуна.

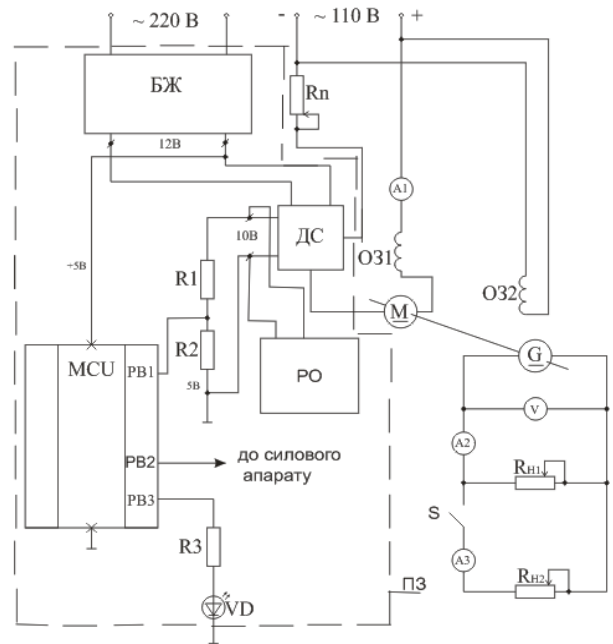


Рис.1. Схема для випробування захисного пристрою

За ГОСТ 183-10 найважчим варіантом при перевантаженні електричних двигунів є зростання їх струму на 50% більше номінального. При цьому двигуни можуть працювати не більше однієї хвилини [4]. Це використано при імітації режиму перевантаження на стенді.

Початкові умови.

Номінальна кутова швидкість обертання вала двигуна  $\omega = 167,5 \text{ c}^{-1}$ ; напруга живлення двигуна  $U = \text{const} = 110 \text{ В}$ ; початковий струм навантаження  $I_n = 6 \text{ А}$ , враховуючи особливість роботи двигуна послідовного збудження. Приймаємо, що аварійний режим виник тоді, коли машина працювала при номінальних умовах роботи, вказаних вище.

Перед пуском двигуна робочий струм 6 А виставляємо реостатом  $R_{н1}$ . Зміну інтенсивності перехідного процесу при різних струмах навантаження проводимо шляхом зміни опору другого навантажувального реостату  $R_{н2}$ , підключеного паралельно до першого через ключ  $S$ . Реакція ПЗ на відповідне значення швидкості зростання струму і буде перевіркою виконання пристроєм заданих функцій.

Залежність струму в колі якоря двигуна від часу при перевантаженні отримується за допомогою електронного осцилографа та виводиться на екран ПЕОМ (на схемі не показано).

Струм, який проходить по шині фіксується у вигляді відповідної електрорушійної сили Хола (аналоговий сигнал) за допомогою датчика ДС.

Мікроконтроллер, що під'єднаний до вихідних клем датчика струму за допомогою АЦП, перетворює отриманий аналоговий сигнал електрорушійної у двійковий код – це перша точка відліку. Після обробки першої інформації операція повторюється. При цьому з допомогою мікроконтролера порівнюються швидкості зростання струму на проміжках заданого часу між сусідніми точками знімання інформації. Отримане значення різниці порівнюється з так званим еталонним значенням, що встановлено раніше. У разі перевищення отриманого значення різниці  $\frac{di}{dt}$  над еталонним значенням  $\frac{di}{dt}$  пристрій захисту подає сигнал на спрацьовування силового апарату, з допомогою якого силове коло розмикається. Одночасно вмикається світлодіод VD, який сигналізує про спрацьовування пристрою захисту.

В результаті проведеного дослідження отримані криві з різною швидкістю зміни струму перевантаження, відповідно при різних значеннях опору другого навантажувального реостату  $R_{н2}$  (рис. 2 та 3).

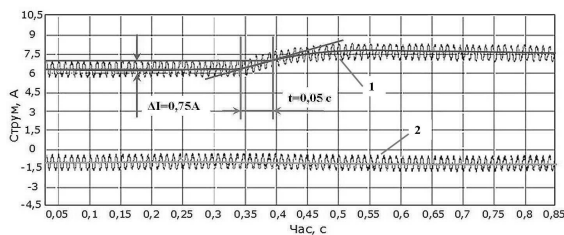


Рис. 2. Залежність струму перевантаження від часу без спрацьовування пристрою захисту

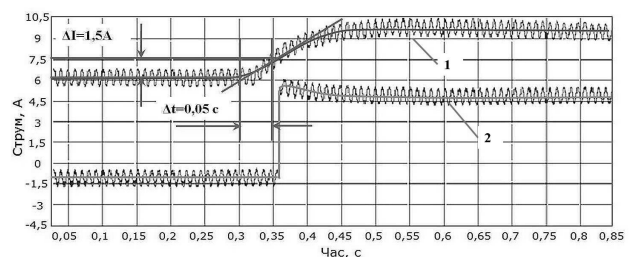


Рис. 3. Залежність струму перевантаження від часу зі спрацьовуванням пристрою захисту

На рис. 2:

крива 1 – залежність струму перевантаження від часу при перевантаженні за струмом 1,5 А;

крива 2 – відсутність реакції захисту на струм перевантаження.

На рис. 3:

крива 1 – залежність струму перевантаження від часу при перевантаженні за струмом 4 А;

крива 2 – спрацювання захисту.

З осцилограм кривих видно, що ПЗ чітко реагує на величину швидкості зміни струму більшої інтенсивності (рис. 2) та не проявляє реакцію на величину меншої інтенсивності (рис. 3). При цьому, завдяки відповідному програмному налаштуванню мікроконтролера, виключається можливість хибного спрацювання ПЗ при спадаючому характері зміни струму навантаження.

### **Загальні висновки**

Стендові випробування запропонованого захисного пристрою на базі мікроконтролера дозволили провести експериментальні дослідження, які підтвердили його працездатність при захисті електричної схеми від перевантажень, підвищену швидкодію в порівнянні з традиційними захисними пристроями та відсутність хибного спрацювання.

Це вказує на доцільність використання таких захисних пристроїв на ЕРС, з метою збільшення їх швидкодії та підвищення надійності.

**Список літератури:** 1. *Иванов-Смоленский А. В.* Электрические машины [Текст]: учебн. для вузов. / А. В. Иванов-Смоленский. – М.: Энергия, 1980. – 928 с. 2. Техническая документация на датчики тока и напряжения LEM [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.lem.com/docs/products/la%20100-p%20e.pdf>. 3. PIC12F6XX: 8-выводные высокопроизводительные FLASH-микроконтроллеры. Техническая документация [Электрон. ресурс] / Режим доступа: <http://www.microchip.ru/cdrom/ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41190c.pdf>. 4. ГОСТ 183-10 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия – М., 2010. – 38 с.

*Поступила в редколлегию 27.08.2011*

**УДК 621.65**

**Е.В. КОЛІСНІЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., СумДУ, Суми

**М.В. НАЙДА**, асп., СумДУ, Суми

**С.О. ХОВАНСЬКИЙ**, канд. техн. наук, ст. викл., СумДУ, Суми

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСА З ВІДЦЕНТРОВО-ВИХРОВОЮ СТУПЕННЮ**

Надані результати дослідження роботи насоса з високонапірною відцентрово-вихровою ступенню. Представлено основні переваги та недоліки вказаного насоса. Зроблені висновки стосовно областей його застосування.

Ключові слова: насос, відцентрово-вихрова ступень, режим роботи насоса.

Приведены результаты исследования насоса с высоконапорной центробежно-вихровой ступенью. Представлены основные преимущества и недостатки указанного насоса. Сделаны выводы относительно областей его применения.